

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-136935
(43)Date of publication of application : 31.05.1996

(51)Int.Cl. G02F 1/1339
G02F 1/133
G02F 1/1337

(21)Application number : 06-275037

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI DEVICE ENG CO LTD

(22)Date of filing : 09.11.1994

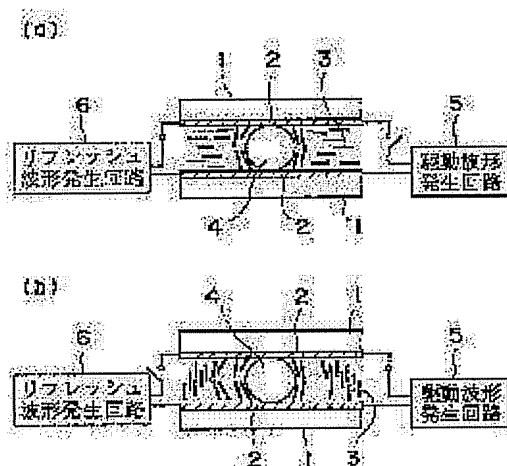
(72)Inventor : HIRAKATA JUNICHI
KONDO KATSUMI
ITO OSAMU
UCHIUMI YUUKA
UEHARA MASAO
ISHII KATSUHIKO

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a liquid crystal display device capable of performing a large capacity display with high contrast and high uniformity of a display without luminance unevenness.

CONSTITUTION: In the liquid crystal display device provided with two sheets of substrates 1 disposed to face oppositely, a liquid crystal layer 3 held between the substrates 1, electrodes 2 of a stripe shape formed on the inner surface parts of respective substrates, oriented films of surfaces in the substrates, spacers 4 dispersed into the liquid crystal layer 3 and holding a gap between the substrates 1 to a fixed level, polarization plates arranged on the outer surfaces of respective substrates 1 and a driving circuit 5 generating a voltage waveform applied between the electrodes 2, an around spacer liquid crystal molecule orientation means applying a voltage of 1.2 times or above of a drive voltage to the liquid crystal layer 3 through the electrodes 2 so that a major axis of a liquid crystal molecule 3 adjacent to the spacer 4 is oriented along the surface of the spacer 4 and the liquid crystal molecule 3 is oriented in the direction perpendicular to the substrates 1 is provided, and light leakage is suppressed by shielding light transmitting through the vicinity of the spacer 4 when black is displayed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-136935

(43) 公開日 平成8年(1996)5月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1339	5 0 0		
	1/133	5 0 0		
	1/1337			

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-275037

(22) 出願日 平成6年(1994)11月9日

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233088
日立デバイスエンジニアリング株式会社
千葉県茂原市早野3681番地

(72) 発明者 平方 純一
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 近藤 克己
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 鶴沼 辰之

最終頁に続く

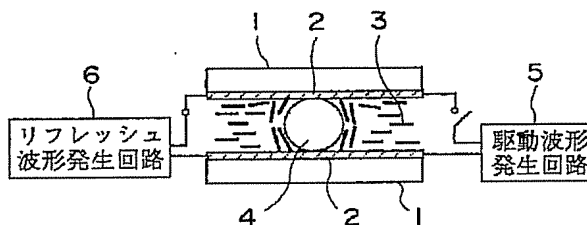
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

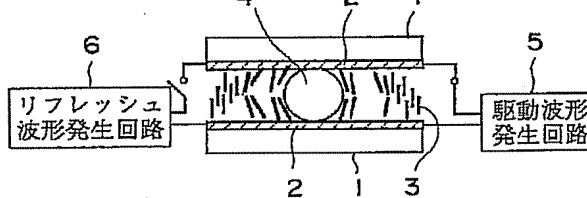
【目的】 コントラストが高くかつ輝度むらの無い表示の均一性の高い大容量表示が可能な液晶表示装置を得る。

【構成】 対向配置された2枚の基板1と、基板1間に挟持された液晶層3と、各基板1の内面を形成するストライプ状の電極2と、基板内表面の配向膜(図示なし)と、液晶層3中に分散して基板1間のギャップを一定に保つスペーサ4と、各基板1外面に配置された偏光板(図示なし)と、電極2間に印加する電圧波形を発生する駆動回路5と、を備えた液晶表示装置において、スペーサ4に隣接する液晶分子3の長軸がスペーサ4表面に沿いかつ基板に垂直方向に液晶分子3を配向させるように駆動電圧の1.2倍以上の電圧を電極2を介して液晶層3に印加するスペーサ4周囲液晶分子配向手段を設け、黒表示時にスペーサ4近辺を透過する光を遮断して光洩れを抑制する。

(a)



(b)



1 : 電極基板 3 : 液晶分子
2 : 電極 4 : スペーサ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向配置された2枚の基板、該基板間に挟持された液晶層、基板に接する液晶分子を所定方向に配向制御する配向膜、基板間に一定のギャップを与えるスペーサ、該液晶層に電界を印加する電極、基板それぞれの外面に配置された偏光板、液晶層の透過光量を変化させるように電極間に印加する所定電圧波形を発生する駆動回路と、を備えた液晶表示装置において、

スペーサに隣接する液晶分子を該スペーサに平行かつ基板に垂直に配向させる手段を備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 対向配置された2枚の基板と、該基板間に挟持された液晶層と、基板それぞれの内面部を形成した電極と、該電極を覆い基板内表面を形成する配向膜と、液晶層中に分散して基板間のギャップを一定に保つスペーサと、基板それぞれの外面に配置された偏光板と、液晶層の透過光量を変化させるように電極間に印加する所定電圧波形を発生する駆動回路と、を備えた液晶表示装置において、

スペーサに隣接する液晶分子の長軸が該スペーサ表面に沿うようにかつ基板に垂直になるように液晶分子を配向させるスペーサ周り液晶分子配向手段を設けたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 対向配置された2枚の基板と、該基板間に挟持された液晶層と、基板それぞれの内面部を形成した電極と、該電極を覆い基板内表面を形成する配向膜と、液晶層中に分散して基板間のギャップを一定に保つスペーサと、基板それぞれの外面に配置された偏光板と、液晶層の透過光量を変化させるように電極間に印加する所定電圧波形を発生する駆動回路と、を備えた液晶表示装置において、

駆動回路は2値以上の電圧を印加し、偏光板は、該2値以上の電圧のうちの最低電圧 V_1 より高い電圧 V_2 の印加時に、透過光量が最低電圧 V_1 印加時より少なくなるように配置され、かつ、液晶層の透過光量が最低の状態、スペーサに隣接する液晶分子および該スペーサから離れた液晶分子それぞれの配向方向が略同一であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】 前記液晶の透過光量が最低の状態、スペーサに隣接する液晶分子および該スペーサから離れた液晶分子は前記基板面に垂直方向に配向されることを特徴とする請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記スペーサ周り液晶分子配向手段は、前記駆動回路に電源を供給した直後に、前記駆動回路が発生する駆動電圧の最大値の1.2倍以上5倍以下のピーク値をもつ電圧波形を前記電極間に印加する回路であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記スペーサ周り液晶分子配向手段となる回路を、前記駆動回路に電源を供給した後の任意の時間に、開閉する開閉手段を設けたことを特徴とする請求

項4に記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記液晶分子がねじれ角 $180 \sim 360$ 度をもって配列されたスーパーツイステッドネマチック型であることを特徴とする請求項2ないし6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項8】 前記液晶層の厚み d と屈折率異方性 Δn との積 $d \cdot \Delta n$ が $0.5 \sim 1.0 \mu m$ であることを特徴とする請求項7に記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記液晶分子がねじれ角 $30 \sim 90$ 度をもって配列された薄膜トランジスタ型であることを特徴とする請求項2ないし6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項10】 液晶層の厚み d と屈折率異方性 Δn との積 $d \cdot \Delta n$ が $0.4 \sim 0.6 \mu m$ であることを特徴とする請求項9に記載の液晶表示装置。

【請求項11】 前記スペーサが遮光性を有することを特徴とする請求項1ないし10のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項12】 前記2枚の基板のうちの一方の基板上にカラーフィルターを有し、該カラーフィルターを枠取りする遮光層を有することを特徴とする請求項2ないし11のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項13】 対向配置された2枚の基板と、該基板間に挟持された液晶層と、2枚の基板のうちの一方に基板の内面部に配列された電極と、該電極を覆い基板内表面を形成する配向膜と、2枚の基板のうちの他方の内面を形成する配向膜と、液晶層中に分散して基板間のギャップを一定に保つスペーサと、基板それぞれの外面に配置された偏光板と、液晶層の透過光量を変化させるように電極間に印加する所定電圧波形を発生する駆動回路とを備え、前記電極が液晶層に対して基板面に平行な電界を印加する構造を有する液晶表示装置において、

スペーサに隣接する液晶分子の長軸が該スペーサ表面に沿うようにかつ基板に垂直になるように液晶分子を配向させるスペーサ周り液晶分子配向手段を設けたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】 前記スペーサ周り液晶分子配向手段は、前記2枚のうちの他方の基板に新たに設けた電極と、前記駆動回路に電源を供給した直後に前記駆動回路が発生する駆動電圧の最大値の1.2倍以上5倍以下のピーク値をもつ電圧波形を両基板の電極間に印加する回路と、からなることを特徴とする。

【請求項15】 前記液晶層の厚み d と屈折率異方性 Δn との積 $d \cdot \Delta n$ が $0.2 \sim 0.4 \mu m$ であることを特徴とする請求項13または14に記載の液晶表示装置。

【請求項16】 前記スペーサが遮光性を有することを特徴とする請求項13、14または15に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コントラストが高く、かつ輝度むらの無い表示の均一性の高い大容量表示が可能な液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】大容量表示が可能な液晶表示装置では、液晶を挟持する2枚の基板間の間隔を一定に保つために基板間にスペーサがばらまかれるが、これらのスペーサは表示むらの原因となる。表示むらは、スペーサ周辺の液晶分子の配向不良により生じるもので、この液晶分子の配向不良を防ぐ手段として、これまでにスペーサ用ビーズの表面を垂直配向処理と平行配向処理を混在させて行う方式が提案されている。(特開平3-69917号公報)

【0003】

【発明が解決しようとする課題】大容量表示が可能な液晶表示装置にはスーパーツイステッドネマチックタイプ(STN型)と薄膜トランジスタタイプ(TFT型)の2つのタイプがあり、両タイプともに画質の向上が重要な課題で、そのために各種表示むらの低減が必須となっている。前記従来技術はスペーサ用ビーズの表面を垂直配向処理と平行配向処理を混在させ、表示むらの原因である配向不良領域の拡大を防ぐ効果はあったが、配向不良領域を完全に除去することはできないという問題があった。

【0004】ここでスペーサに起因するコントラスト比(白表示透過率と黒表示透過率の比)の低下と表示むらは、スペーサの周辺の液晶分子の配向不良に主に原因がある。図10にSTN型表示装置の画素部の平面図を示す。図10は暗状態(黒)表示を説明しており、画素部47中で、符号45で示す部分は正常な配向でありスペーサ近傍とスペーサから離れた部分で液晶分子は同じ配向となっているが、符号46で示すスペーサ近傍の液晶分子はスペーサから離れた部分のそれと異なる配向状態となり(ドメインと呼ぶ)、光が散乱される。なお符号48は画素部47の周囲を取り巻く非電極部を示す。

【0005】さらに図11により液晶分子の向きについて説明する。図11の(a)は電圧無印加時の白表示の正常の状態、2枚の基板1間に挟まれた液晶中でスペーサ4周辺の液晶分子3は、基板1の面と平行の向きに配列されており、スペーサ4から離れた液晶分子3も同じ向きである。一方、図11の(b)は、駆動波形発生回路5による電圧印加時の黒表示の場合で上記図10におけるドメインを示し、スペーサ4周辺の液晶分子3は基板1面に平行に向いているのに対して、スペーサ4から離れた液晶分子3は基板1面に垂直方向に向いている。この場合、基板1を通過して液晶に照射された光は、スペーサ4から離れた域では遮断されるが、スペーサ4近傍域では散乱される。この配向不良は漏れ光となりコントラスト比低下を引き起し、基板単位面積あたりのスペーサ分散数が多い場合、この漏れ光も多くなりコント

ラスト比低下は増加される。

【0006】本発明はこの課題を解決するもので、その目的はスペーサ周辺の液晶分子の配向不良を抑え、コントラストが高く、かつ輝度むらの無い表示の均一性の高い大容量表示が可能な液晶表示装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の液晶表示装置は、対向配置された2枚の基板、これら基板間に挟持された液晶層、基板に接する液晶分子を所定方向に配向制御する配向膜、基板間に一定のギャップを与えるスペーサ、液晶層に電界を印加する電極、液晶層の透過光量を変化させるように電極間に印加する所定電圧波形を発生する駆動回路とを備えた装置において、スペーサに隣接する液晶分子を、このスペーサに平行かつ基板に垂直に配向させる手段を備えたことを特徴とする。以下さらに詳しく説明する。

【0008】本発明の第1の液晶表示装置は、上記のように、2枚の基板、液晶層、配向膜、スペーサ、偏光板、駆動回路とを備えており、これらのうち電極は基板それぞれの内面部を形成し、配向膜はこの電極を覆い基板内表面を形成して液晶層に接し、スペーサは液晶層中にバラまかれており、さらにスペーサ周り液晶分子配向手段は、液晶を駆動する駆動電圧の1.2倍以上で5倍以下の交流矩形波、サイン波、あるいは10~0.01Hzの長周期の交流波、あるいは直流電圧を短時間印加すれば制御回路である。この波形をリフレッシュ波形と呼ぶ。リフレッシュ波形の印加直後、スペーサ近傍の液晶分子はスペーサ表面の規制力によりスペーサ表面に沿うようにかつ基板に垂直に配向し、リフレッシュ波形の印加停止後も波形印加時の配向が維持される。一方、スペーサから十分離れた液晶分子は波形印加以前の初期配向状態に回復する。

【0009】駆動回路は2値以上の電圧を印加し、偏光板は、2値以上の電圧のうちの最低電圧 V_1 より高い電圧 V_2 の印加時に、透過光量が最低電圧 V_1 印加時より少なくなるように配置され、かつ、液晶層の透過光量が最低の状態、スペーサに隣接する液晶分子およびスペーサから離れた液晶分子それぞれの配向方向が略同一となるように配置されている。すなわち、この液晶表示装置はノーマリーオープン方式である。ここで電圧 V_2 は階調的な黒表示をえるため、次に図2で示す $V_{off} \sim V_{on}$ 間の複数レベルの値をとる。

【0010】液晶表示装置には、電圧無印加状態で、黒表示となるノーマリークローズ方式と、白表示となるノーマリーオープン方式がある。図2に両表示方式の印加電圧と透過率の関係を示し、同図(a)はノーマリークローズ方式を、(b)はノーマリーオープン方式を示す。液晶層に電界を印加し0から徐々に大きくすると、印加電圧がしきい値近傍で、液晶分子の配向状態は、分

5

子が基板に対して立上り始め、かつねじれ構造が解消し始めるために、非常に不安定であり、また配向の変化も急激である。この状態で黒表示を得るノーマリークローズ方式の液晶表示装置では、前記のようにスペーサ周辺に液晶分子の配向不良のドメインが生じるために、均一な黒表示が得られずコントラスト比も低下する。これを解決するためには、比較的分子配向の安定している選択駆動電圧(Von)印加時に黒表示を得るノーマリーオープン方式が好ましい。

【0011】スペーサ近傍の液晶分子を液晶分子表面に沿って平行かつ基板に垂直に配向する手段としては、スペーサの表面エネルギー、あるいはスペーサの誘電率の制御がある。また、スペーサの表面の形状によっても制御できる。

【0012】スペーサ周辺の液晶分子の配向を制御するリフレッシュ波形電圧は、表示装置の電源を投入した直後に1~2秒、あるいはさらに短い時間印加すると画像信号に影響を与えない。また、電源スイッチと連動して電圧波形を印加することにより、装置の部品数を削減できる。さらに電源の供給後の任意の時間に印加できるように、印加回路にリセットスイッチなどの開閉手段を設けるのが好ましい。この開閉手段によりリフレッシュ波形電圧を任意の時間に任意の長さ印加することができる。

【0013】第1の液晶表示装置は、スーパーツイステッドネマチックタイプ(STN)型とする場合には、液晶分子がねじれ角180~360度で配列するように構成する。この液晶のねじれ角は、STN液晶表示装置において時分割駆動する場合には、しきい値近傍の点灯状態が光を散乱する配向となることから最大値が制限され、360度が上限であり、また下限はコントラストによって制限され、180度が限界である。走査線数が200本以上でも、コントラストが十分に満足できるような液晶素子を提供することを目的としたので、ねじれ角は240から270度の範囲が好ましい。一方、第1の液晶表示装置を薄膜トランジスタ型(TFT)とする場合には、液晶のねじれ角の大きさはコントラスト比向上を重視すれば90度近傍が好ましいが、視角特性向上を考慮するとねじれ角は30から80度の範囲がより好ましい。

【0014】また第1の液晶表示装置は、白表示透過率とコントラスト比を大きくするために、STN型では液晶層の厚みdと屈折率異方性 Δn との積 $d \cdot \Delta n$ が0.5~1.0 μm になるように構成し、一方、TFT型では $d \cdot \Delta n$ が0.4~0.6 μm になるように構成するのがよい。

【0015】スペーサは、黒表示時の光透過率を低下させ、コントラスト比を向上させるためには、スペーサに遮光性を持たせるとよい。遮光性を持たせる方法にはスペーサに、黑色顔料色素、CuO、Fe₃O₄を添加する

6

とよい。さらに、非電極部にクロムあるいは黒色顔料色素を添加して、格子状、ストライプ状、あるいははしご状の遮光層のブラックマトリクスを設けると良い。またカラー表示のために基板の一つにカラーフィルターを設けた場合、各カラーフィルターはブラックマトリクスの枠をもつことになる。

【0016】本発明の第2の液晶表示装置は、横電界方式であって、対向配置された2枚の基板、基板間の液晶層、2枚の基板のうちの一方に基板の内面部に配列された電極と、この電極を覆い基板内表面を形成する配向膜と、他方の基板内面を形成する配向膜、液晶層中に分散されて基板間のギャップを一定に保つスペーサ、基板それぞれの外面に配置された偏光板、液晶層の透過光量を変化させるように電極間に印加する所定電圧波形を発生する駆動回路とを備え、電極が液晶層に対して基板面に平行な電界を印加する構造を有する液晶表示装置において、スペーサに隣接する液晶分子の長軸が該スペーサ表面に沿うようにかつ基板に垂直になるように液晶分子を配向させるスペーサ周り液晶分子配向手段を設けたことを特徴とする。

【0017】このスペーサ周り液晶分子配向手段は、前記2枚のうちの他方の基板に新たに設けた電極と、この電極と2枚のうちの一方の基板の電極間に電圧を印加する回路とから構成され、この回路は、駆動回路に電源を供給した直後に駆動回路が発生する駆動電圧の最大値の1.2~5倍のピーク値をもつ電圧波形を両基板の電極間に印加するものである。

【0018】第2の液晶表示装置においては、 $d \cdot \Delta n$ を0.2~0.4 μm とするのがよく、またスペーサに遮光性もたせるのがよい。この横電界方式の第2の液晶表示装置は、表示装置を斜めから見てもコントラスト比に変化は少なく、視角特性に優れる。

【0019】

【作用】本発明の各液晶表示装置はノーマリーオープン方式の装置で、液晶層に駆動電圧を印加しない時に白表示に、また駆動電圧を印加した時に黒表示となる。本発明の第1の液晶装置において、白表示の時、液晶分子はその長軸を基板面と平行にし、あるねじれ角をもって配列しており、そして駆動電圧が印加された時に、液晶分子は基板面と垂直方向に配列して黒表示となる。第1の液晶表示装置において、装置の使用時に電源を入れたとき、スペーサ周り液晶分子配向手段が、液晶層に対して駆動電圧の最大値の1.2~5倍のピーク値をもつ電圧波形(リフレッシュ波形と呼ぶ)をある時間だけ電極間に印加して、液晶層中の液晶分子を基板に対して垂直に配向させるとともに、スペーサに隣接する液晶分子をスペーサ表面に沿いかつ基板面から立ち上がる方向に配向させる。リフレッシュ波形電圧の印加停止時に、スペーサから離れた位置の液晶分子は基板面と平行に復帰するが、スペーサに隣接する液晶分子の配向は、リフレッシュ

7

リフレッシュ波形電圧が消失しても、リフレッシュ波形電圧をかけられたスペーサ表面の規制力により維持されるので、黒表示の際には、スペーサに隣接する液晶分子及びスペーサから離れた位置の液晶分子は共に基板面に垂直方向となつて、液晶層を透過する光をより効果的に遮断する。ちなみに、リフレッシュ波形電圧を印加しない場合は、駆動電圧印加により白表示から黒表示に変わっても、前述のようにスペーサに隣接する液晶分子のなかに基板面に垂直に配向しないものもあり、このため光漏れが生じる。

【0020】本発明の第2の液晶表示装置（横電界方式）においては、白表示の時、液晶分子はその長軸を基板面と平行にし、あるねじれ角をもって配列しており、そして駆動電圧が印加された時に、液晶層に基板面と平行の一方の電界が印加されて液晶分子が電界方向に配向して、液晶層の透過光を遮断する。第2の液晶表示装置において、第1の装置の液晶表示装置におけると同様に、装置使用時に電源を入れたとき、スペーサ周り液晶分子配向手段が、液晶層に対してリフレッシュ波形電圧を印加して、スペーサに隣接する液晶分子をスペーサ表面に沿いかつ基板面から立ち上がる方向に配向させ、その配向がスペーサ表面の規制力により維持されるので、黒表示の際には、スペーサに隣接する液晶分子はその近辺を透過する光をより効果的に遮断する。ちなみに、リフレッシュ波形電圧を印加しない場合は、黒表示の際、前述のようにスペーサに隣接する液晶分子は基板面に平行であるため、光漏れが生じる。

【0021】このように本発明の液晶表示装置がコントラストが高く、かつ輝度むらの無い表示の均一性の高い理由は、暗状態（黒）表示時において、スペーサに隣接する液晶分子を基板に垂直に配向させる手段を備え、これによりスペーサ周辺の液晶分子の配向不良を抑えたためである。

【0022】

【実施例】本発明を実施例により具体的に説明する。

【実施例1】本発明の液晶表示装置の素子構造を図3の斜視図に示す。この液晶表示装置は、対向配置された上下一対の基板13、16、一対の基板間に挟持された液晶層3、液晶層中に分散配置され液晶層の厚みを一定に保つスペーサ（図示なし）：各基板13、16の外面に配置された偏光板11、18、上側の基板13と偏光板9との間に配置された位相差板11等から構成されている。そして各基板内面に液晶に電圧を印加する電極と、この電極を覆って形成され液晶分子を所定方向に配向する配向膜が形成されている。

【0023】上下の基板13、16としては、厚みが1.1mmで表面を研磨し、ITO（インジウム・錫オキサイド）透明電極をスパッタ法で形成したガラス基板を2枚用いる。これらの基板13、16間に誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正でその値が4.5であり、複屈折 Δn が0.

8

133（589nm、20℃）のネマチック液晶組成物を挟む。各基板13、16は、ポリイミド系配向膜（日産化学社製RN422）をスピナーで塗布した後、250℃で30分間焼成し、ラビング処理を行い液晶分子のプレチルト角3.5度を得た（回転結晶法で測定）。上下基板13、16上のラビング方向14、15は、時分割駆動を行うため、液晶分子のねじれ角（ツイスト角）が240度となるように設定した。ここで、ツイスト角はラビング方向及びネマチック液晶に添加される旋光性物質の種類と量によって規定される。ねじれ角は、液晶層に印加される電圧のしきい値近傍の点灯状態が光を散乱する配向となることから、最大値が制限され、360度が上限であり、また下限はコントラストによって制限され、180度が限界である。本実施例では、走査線数が200本以上でも、コントラストが十分に満足できるような白黒表示が可能な液晶素子を提供することを目的としたので、ねじれ角は240度とした。

【0024】本実施例では、電圧無印加で白（明）表示となるノーマリオープン方式とするため、偏光板9、17として例えば日東電工製G1220DU（偏光度99.95%）を用いた。下側偏光板17の吸収軸18と下側電極基板16のラビング方向15とのなす角はコントラスト比、明るさ及び色等を考慮すると30度から60度（あるいは120度から150度）の範囲が望ましく、本実施例ではを135度とした。また、下側偏光板17の吸収軸18と上側偏光板9の吸収軸10との交差する角度は概略90度とした。また、白黒表示とするために、位相差板11として複屈折性の高分子フィルムであるトリアセチルセルロース（TAC）フィルムを一枚用い、上側基板13と上側偏光板9との間に配置した。なお、位相差板11は基板13と液晶層3の間、あるいは下側基板16と液晶層3の間に配置してもよい。また、位相差板は上側基板13と上側偏光板9の間に2枚、あるいは下側基板16と下側偏光板17の間に2枚、あるいは、基板13と偏光板9との間および基板16と偏光板17の間にそれぞれ1枚配置してもよい。この場合、各々の位相差板の位相差は片側一枚の場合よりも低くすることが望ましい。また、TACフィルム以外でもポリカーボネート（PC）、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエチレンテレフタレート（PET）等の複屈折性のプラスチック延伸フィルムを用いた構成も可能であり、TACフィルムに限定されるものではない。

【0025】本実施例では高コントラストと高透過率を両立するため、液晶の厚みと屈折率異方性との積 $d \cdot \Delta n$ を0.82 μm に設定した。 Δn が0.133であるからセル厚は6 μm に設定した。この液晶の厚み（セル厚）を得るために、表示部の液晶中およびこの液晶の周囲のシール材中にそれぞれスペーサを分散した。エポキシ系の熱硬化性シール剤中には触媒化成社製のシリカ球

状スペーサSW6.0(厚さ6 μ m、圧縮弾性率40kg/cm²)を混ぜ、スクリーン印刷により基板に塗布した。さらに表示部にはスペーサとして積水ファインケミカル社製マイクロパールSP-206のスペーサ(厚さ6 μ m、圧縮弾性率4.8kg/cm²)を用いた。なお、圧縮弾性率は島津製作所製の微小圧縮試験機により測定した。

【0026】分散法はスペーサを純水中に0.2wt%混ぜ噴霧器で分散し、分散数を1平方mmあたり、平均50~150個とした。なお、スペーサの分散数は少ないほうがコントラストの低下が無く望ましいが、1平方mmあたり平均50個未満では均一なセル厚が得られない。

【0027】スペーサ散布後、二枚の基板を張り合わせ熱硬化して液晶セルとした。その後真空容器中で液晶を封入し、プレスで150℃、2000kgf、120分間加圧し、封入口を紫外線硬化樹脂で固めた。この時のセル厚を偏光顕微鏡解析装置を用い光干渉法で測定したところ、液晶封入前はシール剤近傍では6.0 μ m、表示部中央部では6.8 μ mであったが、液晶封入後はシール剤近傍では6.0 μ m、表示部中央部では6.05 μ mとなり、ほぼ均一なセル厚が得られた。

【0028】ここでスペーサ近傍の液晶分子の配向について説明する。図4にスペーサ近傍の液晶分子の3種類の配向状態を模式図で示す。図4の(a)、(b)、(c)はセル断面図を示し、同図の(a')、(b')、(c')はそれぞれ(a)、(b)、(c)に対応するセル平面図を示す。液晶分子3の配向は、液晶分子の長軸が同図(a)、(a')に示すようにスペーサ4の表面に沿うように、かつ基板1の面に垂直に向く配向となるか、あるいは(b)、(b')に示すようにスペーサ4の表面に沿うように、かつ基板1の面に平行に向く配向となるか、あるいは同図(c)、(c')に示すようにスペーサ4の表面から立ち上がり、かつ基板1の面に平行に向く配向となるかの3種類に分類できる。

【0029】ノーマリーオープン方式では、結論からいうと駆動電圧の無印加時に同図(a)、(a')に示す配向が望ましい。図4の(b)、(b')、(c)、(c')では、駆動電圧の無印加時にはスペーサ4近傍とそれ以外の液晶分子3の配向がほぼ同一であり問題ないが、駆動電圧(Von)が印加された時には図11の(b)に示すようにスペーサ4近傍の液晶分子3とそれより離れた液晶分子3の配向が異なる。ノーマリーオープン方式では、液晶分子3が基板1に垂直な状態で黒表示、基板1平行な状態で白表示となるので、図4の(b)、(b')、(c)、(c')に示すようにスペーサ4周辺の液晶分子3が基板1に平行となる状態では、スペーサ4周辺部から光漏れが生じ、コントラスト比が低下する。

【0030】これを防止するためには、図4の(a)、(a')に示すように液晶分子3をスペーサ4表面に対し

て平行、かつ基板1に対して垂直配向となるような電界を印加すれば良い。本実施例では、図1の(a)に示すように、スペーサ周り液晶分子配向手段としてのリフレッシュ波形発生回路5により直流3Vを3秒間印加することによりこの配向を得た。この波形をリフレッシュ波形と呼ぶが、波形印加を停止すれば大部分の液晶分子は初期の配向にもどる。ただし、スペーサ4近傍ではスペーサ4表面の規制力により、図1の(a)のような配向(図4の(a)、(a'))に示す配向に同じ)が維持される。したがって、駆動波形発生回路により基板1間に駆動電圧が印加された時、図1の(b)に示すように、液晶分子3はスペーサ4周辺およびスペーサ4から離れた領域ですべて基板1面に垂直方向に向くことになる。

【0031】これによりパネル内の約20画素の平均コントラスト比(白表示と黒表示の透過率の比)はフォトリサーチ社の輝度計PR-1980Aで測定したところ20対1が得られた。

【0032】〔比較例1〕表示部内に分散させるスペーサとして触媒化成社製のシリカ球状スペーサSW6.0を用い、その他の構成は実施例1と同じにした。このスペーサは、液晶分子がその表面に沿う平行配向となるが、図4の(a)、(a')および(b)、(b')に示すように基板に対しては垂直、水平の2つの配向が混在し、光漏れが生じた。このためパネル内の平均コントラスト比は10:1であった。

【0033】〔実施例2〕本発明を実施するのに好適な別の実施例を示す。実施例2の素子構成を図5及び図6に示す。本実施例の構成は、実施例1(図3参照)における下側基板16と下側偏光板17との間に位相差板20を加え、さらに上側基板にカラーフィルターを設けたものである。

【0034】液晶分子の配向制御手段として、ラビング処理によりプレチルト角4°を得た。また、ツイスト角は240°とした。液晶3はネマチック液晶とカイラル剤から成り、液晶層の厚みdは6.2 μ m、液晶材料はロディック社製のHR2038およびHR2047とメルク社製のS811との混合物であり、それぞれの混合比は重量%で75.9%、23.55%、0.86%であり、 Δn は0.138、 $d \cdot \Delta n$ は0.855 μ mである。基板間に真球状のポリマービーズを分散し、液晶層の厚みを均一にした。偏光板は日東電工社製G1220DUであり、位相板も同じく日東電工社製NRF(ポリカーボネート製)である。

【0035】本実施例では、図5での下側偏光板17の透過軸の方位角角度18を-5°、上側偏光板9の透過軸角度10を5°、下側位相板20の遅相軸角度21を125°、波長550nmでの $d \cdot \Delta n$ を0.32 μ m、上側位相板11の遅相軸角度12を100°、波長550nmにおける $d \cdot \Delta n$ を0.51 μ mとした。他の構成は実施例1と同じにした。

【0036】また、図6の(a)、(b)に示すように、基

板1に遮光層として格子状のブラックマトリクス27を設けた。ブラックマトリクス27は黒色顔料から成る。同図の(a)の上側基板1aにはストライプ状電極2aが、また下側基板1bには上側電極2aと交差する方向にストライプ状電極2bが形成されており、各電極2a、2bの交差部分が表示部となる。このブラックマトリクス27は両ストライプ状電極2a、2bが交差しない非電極部分を全て覆う様に配置されている。対向基板1a、1b上に顔料分散法により厚さ約1 μm のブラックマトリクス27を形成し、その上に平坦化膜25を形成し、ブラックマトリクス27による凹凸を軽減した。ストライプ状電極は平坦化膜上25に形成した。ここでブラックマトリクスはクロムなどの金属でも問題はない。

【0037】さらに図6の(b)に示すように、基板1aに基板上でブラックマトリクス27の格子枠内にカラーフィルタ24を形成した。カラーフィルタ24は顔料分散法で作製したもので、赤、青、緑の表示色に対応し、各色の表示画素部の液晶層の厚さの平均は赤、青、緑でそれぞれ6.25 μm 、6.30 μm 、6.20 μm である。これにより、黒表示時においてスペーサ周辺及び非電極部からの漏れ光が完全に遮断され、コントラスト比は50:1が得られた。

【0038】【実施例3】実施例3の液晶表示装置は、実施例1において装置に電源を投入した直後にリフレッシュ波形を印加する方式を用い、他の構成は実施例1と同じにした。図7にリフレッシュ波形を印加する駆動回路のブロック図を示す。同図において、パソコン、ワープロ、ワークステーション等から出力された画像信号は、表示データ制御回路とタイミング信号生成回路を経て、走査波形回路(m本)と信号波形回路(n本)に送られ、液晶層に波形を印加し画像を表示する。ここでリフレッシュ波形発生回路は、表示装置の電源スイッチ34が電源オンされた直後に、走査回路と信号回路へ、液晶層にリフレッシュ波形を印加する命令を送る。本実施例では0.1Hz、振幅3Vの矩形波を10秒間印加した。これにより一画素中の約90%のスペーサにおいて、スペーサ近傍の液晶分子が基板に対して垂直配向となり、ほぼ漏れ光が無くなり、コントラスト比18:1をえた。

【0039】【実施例4】実施例4の液晶表示装置は、実施例3においてリフレッシュ波形を任意の時間に印加するために、リセットスイッチ35を設け、他の構成は実施例3と同じにした。本実施例でリセットスイッチ35をオンすることにより、リフレッシュ波形を任意の時間に、任意の長さ液晶層に印加することが可能である。これにより、電源を投入時のリフレッシュが不十分な場合、あるいは長時間表示装置を使用することにより、漏れ光が増加した場合にリセットスイッチ35を例えば5秒間オンすることで、スペーサ近傍の液晶分子が基板に

対して垂直配向となり、常にコントラスト比20:1が得られた。

【0040】【実施例5】本発明を実施するのに好適な別の実施例を図8により説明する。実施例5の液晶表示装置は横電界方式で、液晶層を挟持する一対の基板のうちの一方に平行電極を設け、隣合う電極間に電圧を印加することにより基板に平行する電界を液晶に印加するものである。図8の(a)は平面図で、図8の(b)、(c)は縦断面図である。

【0041】先ず初めに、図8の(a)において、電界方向28に対する、偏光板の偏光吸収軸30のなす角 ϕ_F 、基板と液晶との界面近傍での液晶分子長軸29(光学軸)方向のなす角 ϕ_{LC} 、一対の偏光板間に挿入した位相差板の進相軸31のなす角 ϕ_R の定義を示す。尚、偏光板及び液晶界面はそれぞれ上下に一対あるの必要に応じて ϕ_{F1} 、 ϕ_{F2} 、 ϕ_{LC1} 、 ϕ_{LC2} と表す。

【0042】上下基板1a、1bとして、厚みが1.1mmで表面を研磨したガラス基板を2枚用いる。これらの基板間に、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正でその値が4.5であり、複屈折 Δn が0.072(589nm, 20℃)のネマチック液晶組成物を挟む。各基板1a、1b内面に塗布したポリイミド系配向制御膜26a、26bをラビング処理して、液晶分子3のプレチルト角を3.5度とする。上下界面上のラビング方向は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を85度($\phi_{LC1} = \phi_{LC2} = 85^\circ$)とした。上下基板1a、1b間のギャップdは球形のポリマビーズを基板間に分散して挟持し、液晶封入状態で4.5 μm とした。よって $\Delta n \cdot d$ は0.324 μm である。2枚の偏光板〔日東電工社製G1220DU〕でパネルを挟み、一方の偏光板の吸収軸30をラビング方向29に対して $\phi_{F1} = 45^\circ$ とし、他方の偏光板の吸収軸をそれに垂直、即ち $\phi_{F2} = -45^\circ$ とした。これにより、ノーマリオープン特性を得た。

【0043】図8の(b)に示すように、下の基板1b上に信号電極2b₁と走査電極2b₂とを設け、基板1bに平行に電極2b₁、2b₂間で電界がかかるようにした。両電極は、いずれも従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置と同様の手法で形成した幅16 μm のアルミニウムからなるが、電気抵抗の低いものであれば特に材料の制約はなく、クロム、銅等でもよい。これにより、界面にほぼ平行に電界がかかる。画素数は40(×3)×30(即ち、信号波形回路n=120、走査波形回路m=30である。)である。

【0044】本実施例は、基板面に平行に電界を印加するため、横電界方式と呼ばれるタイプである。図8の(b)に示すように、電圧無印加V_{off}の状態では液晶分子3の長軸は基板1(1a、1b)に平行かつ電界方向に概略垂直に配向している。図8の(c)に示すように電界印加V_{on}の状態では、液晶分子3の長軸は基板1

に平行かつ電界方向に平行に配向する。またノーマリーオープン表示の偏光板配置のため、 V_{off} で白表示、 V_{on} で黒表示となる。ここで特に黒表示時に生じる光漏れが問題となる。図8の(c)に示す V_{on} の状態におけるスペーサビーズ4周辺の液晶分子3の配向状態を、図9の(a)の模式平面図に示す。この図において、ビーズ4から離れた正常部の液晶分子の長軸は、偏光板の吸収軸方向に平行、あるいは垂直となり、黒表示である。しかしビーズ4周辺の液晶分子3は偏光板の吸収軸方向に対してばらばらの方向となり、これが光漏れの原因となる。

【0045】これを解決するために、実施例1に液晶分子をスペーサビーズ表面に平行、かつ基板に垂直配向とした。この配向をえるためのスペーサ周り液晶分子配向手段は、スペーサ表面をポリイミドからなる平行配向処理剤により、平行配向処理を行った。さらに基板に対して垂直方向に10テスラの磁界を10秒間印加した。これにより液晶分子長軸は磁界に平行に配向する。また磁界印加を中止した後も、スペーサビーズ近傍の液晶分子はスペーサ表面の規制力により、基板に対して垂直配向が維持される。この時のスペーサビーズ周辺の液晶分子の配向状態を模式平面図9の(b)に示す。同図においてスペーサビーズ周辺の液晶分子の長軸は基板面に対して垂直配向しており、この状態で上下2枚の偏光板の吸収軸のなす角度が90°であれば、偏光板の吸収軸とラビング方向のなす角度がいかなる角度であっても、黒表示となるので、光漏れが解消された。

【0046】本実施例ではコントラスト比15:1を得たが、視角を左右、上下に約30度変えた場合でもコントラスト比は10:1以上が得られ、従来方式に比べて極めて小さく、視角を変化させても表示特性はほとんど変化しなかった。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

【0047】〔実施例6〕実施例6の液晶表示装置は、横電界方式の実施例5において、偏光板9a、9bの吸収軸とラビング方向のなす角度をほぼ平行にし、他の構成は実施例5と同じにした。これによりノーマリークローズ表示となった。本実施例で黒表示時の漏れ光を防止するためには、図4の(c)、(c')に示すように、液晶分子3をスペーサ4表面に対し垂直配向とすれば良い。図4の(c)、(c')に示す同図の配向では電圧無印加状態でスペーサ4近傍とその他の領域で配向が同じになり、漏れ光は減少する。液晶分子3をスペーサ4表面に対して垂直配向とするためには、スペーサ4を長鎖アルキルシランカップリング剤等の界面活性剤によって表面を処理するか、あるいはスペーサ表面に長鎖アルキル鎖 $((CH_2)_n$ あるいは $(CF_2)_n$ 等)を有する材料で形成すれば良い。なお、本実施例において、表示部内に分散させるスペーサの表面で液晶分子が垂直配向となるように、表面処理剤としては信越化学社製のLP-8Tを用い、

イソプロピルアルコール中に1.4%溶かした溶液に、スペーサを0.5%添加し、超音波洗浄をおこない、さらに溶液からスペーサを取り出し、イソプロピルアルコール中でリンスを行い、乾燥した後に分散した。

【0048】液晶分子がスペーサ表面で垂直配向となることにより、スペーサ周辺での配向不良は無くなり漏れ光の量が低下して、1画素のコントラスト比は10:1から20:1に向上した。

【0049】〔実施例7〕実施例7の液晶表示装置は、実施例1において、表示部内に分散させるスペーサとして遮光性を持つスペーサを用い、その他の構成は実施例1と同じにした。遮光性を持たせるために、黒色顔料色素、 CuO 、 Fe_3O_4 をスペーサ表面に添加した。これによりさらにコントラスト比が30:1に向上した。また本実施例は透過型の表示装置とした。バックライト19は3波長型の冷陰極管を用いたが、熱陰極管やエレクトロルミネッセントを用いても同じ効果が得られた。

【0050】〔実施例8〕実施例8の液晶表示装置は、実施例1において、光源の代わりに反射板を用い、図3に示す下側偏光板17の吸収軸18と上側偏光板9の吸収軸10との交差する角度は概略0度とした。ちなみに実施例1における下側偏光板17の吸収軸18と上側偏光板9の吸収軸10との交差角度は90°である。その他の構成は実施例1と同じにした。反射板として偏光板17と一体の日東電工製のNPF-G3228M(単体透過率46.5%、偏光度95%)を用いた。これによりコントラスト比10:1、白透過率42%が得られた。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば、第1の液晶表示装置にスペーサ周り液晶分子配向手段を設け、この手段によりスペーサ周りの液晶分子をスペーサの表面に沿いかつ基板に垂直方向に配向するような装置構成としたので、駆動回路により基板間に駆動電圧を印加する黒表示の時に、液晶層中でスペーサに隣接する液晶分子及びスペーサから離れた位置の液晶分子は共に基板面に垂直方向となって、液晶層を透過する光をより効果的に遮断する。

【0052】本発明の第2の液晶表示装置(横電界方式)にスペーサ周り液晶分子配向手段を設け、この手段によりスペーサ周りの液晶分子をスペーサの表面に沿いかつ基板に垂直方向に配向するような装置構成としたので、駆動電圧が印加された黒表示の時に、液晶層に基板面と平行の一方方向の電界が印加されて液晶分子が電界方向に配向して液晶層のねじれが解消して、液晶層の透過光を遮断するとともに、スペーサ周り液晶分子配向手段によってスペーサに隣接する液晶分子をスペーサ表面に沿いかつ基板面から立ち上がる方向に配向させ維持して、スペーサの周辺を透過する光を効果的に遮断する。

【0053】かくして、コントラストが高く、輝度むらの無い表示の均一性の高い大容量表示が可能な液晶表示

15

装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の液晶表示装置における液晶分子の配向を示す断面図である。

【図 2】 液晶表示装置の印加電圧と透過率の関係を示す図である。

【図 3】 本発明の第 1 実施例の液晶表示装置の素子構造を示す斜視図である。

【図 4】 スペーサ近傍での液晶分子の配向状態を表す模式図である。

【図 5】 本発明の実施例 2 の液晶表示装置の素子構造を示す図である。

【図 6】 実施例 2 におけるカラーフィルタと遮光層を示す図である。

【図 7】 本発明の実施例 3 における印加波形を発生させる回路のブロック図である。

【図 8】 本発明の実施例 5 の横電界方式液晶表示装置を示す図である。

【図 9】 横電界方式における黒表示時の液晶分子の配向を説明する平面図である。

【図 10】 従来の液晶表示装置の画素部における光洩れを説明する図である。

【図 11】 スペーサ近傍で光洩れを生ずる液晶分子の配向を説明する図である。

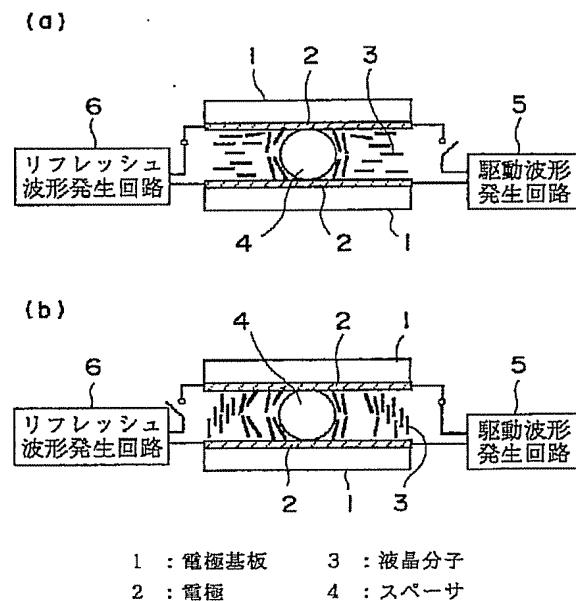
【符号の説明】

- 1, 1 a, 1 b 基板
2, 2 a, 2 b 電極
3 液晶分子

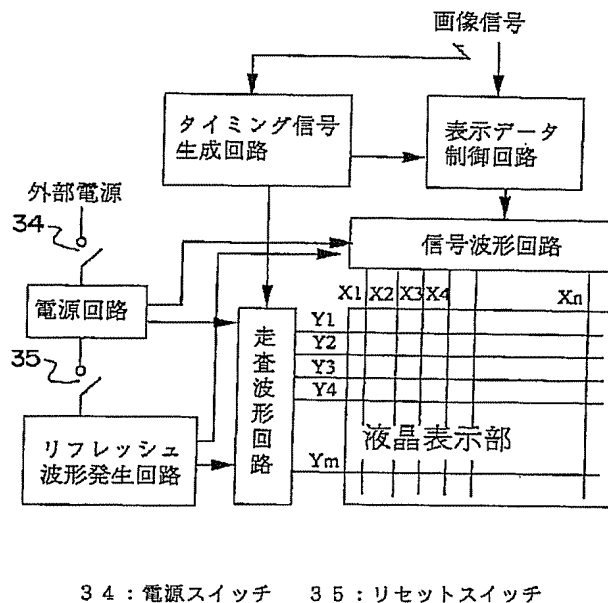
16

- 4 スペーサ
5 駆動波形発生回路
6 リフレッシュ波形発生回路
7 画素部
8 非電極部
9 偏光板
10 偏光板吸収軸
11 位相差板
12 位相差板の進相軸
13 電極基板
14, 15 ラビング軸
16 電極基板
17 偏光板
18 偏光板吸収軸
19 バックライト
20 位相差板
21 位相差板の遅相軸
23 楕円偏光板
24 カラーフィルタ
25 平坦化膜
26 配向膜
27 ブラックマトリクス
28 電界方向
29 ラビング方向
30 偏光板吸収軸
31 位相差板光軸
34 電源スイッチ
35 リセットスイッチ

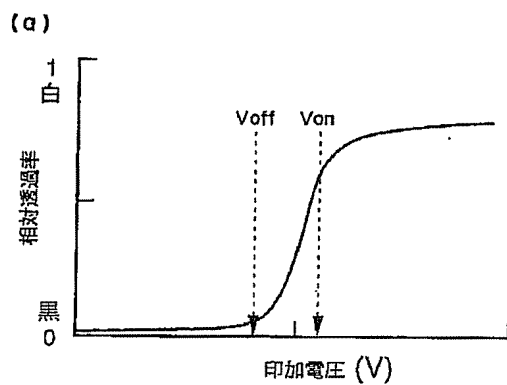
【図 1】



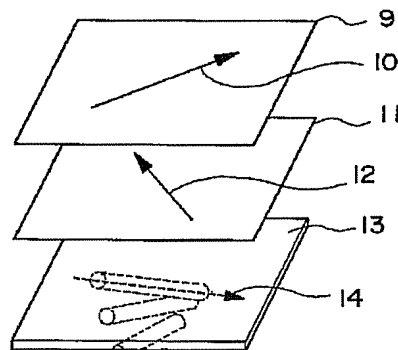
【図 7】



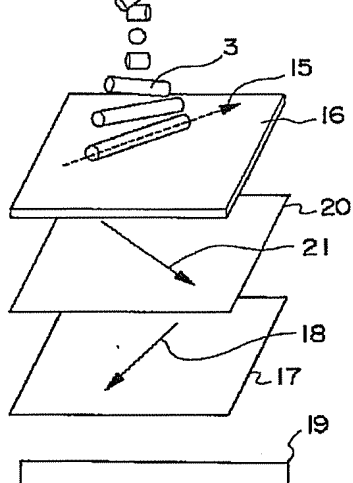
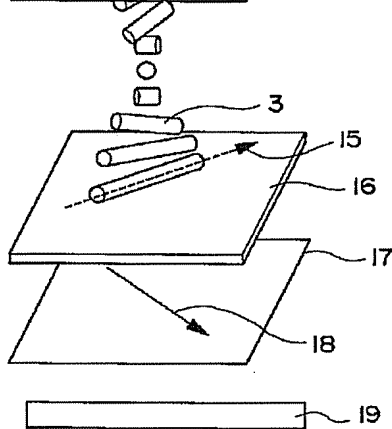
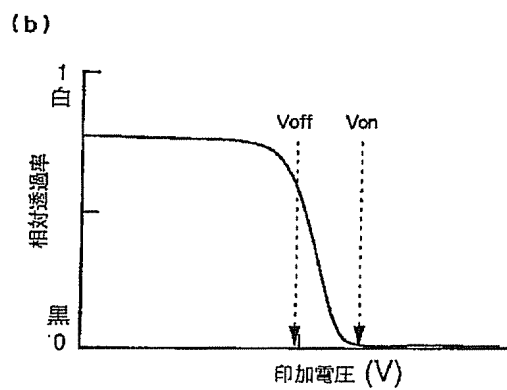
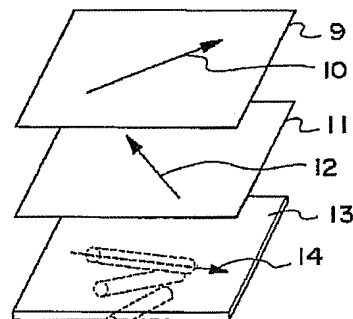
【図2】



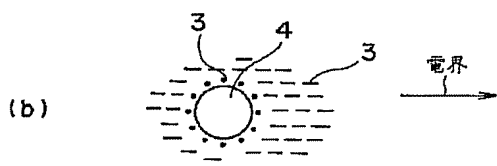
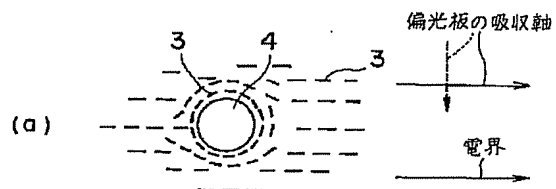
【図3】



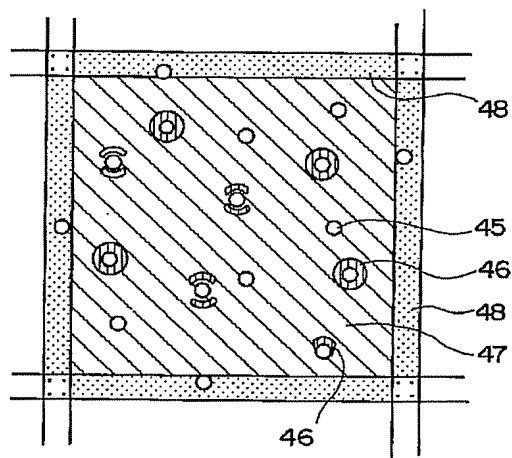
【図5】



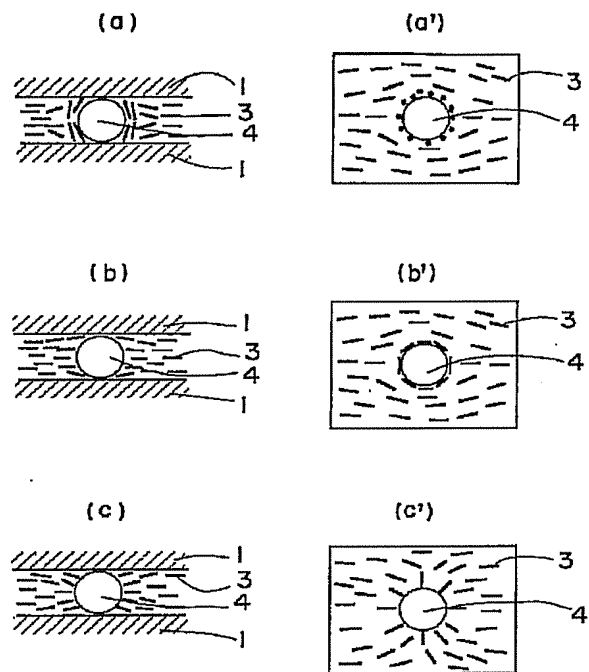
【図9】



【図10】

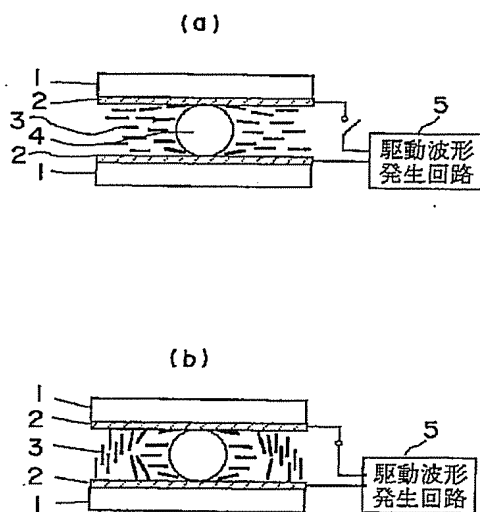


【図4】



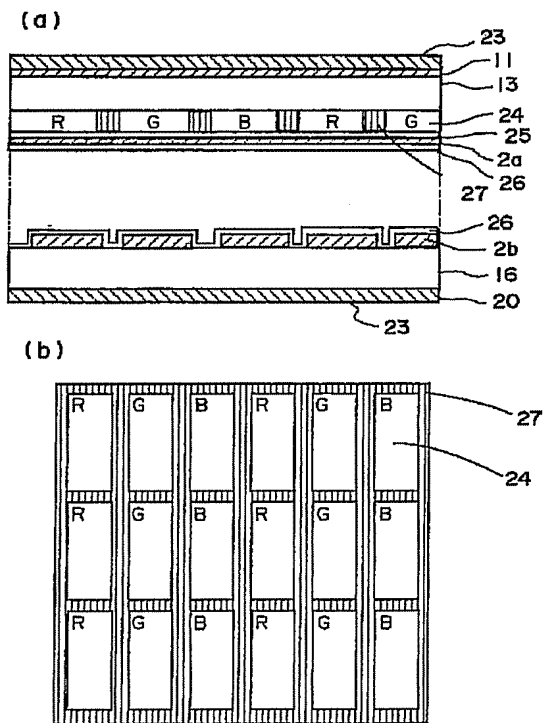
- 1 : 電極基板
3 : 液晶分子
4 : スペース

【図11】



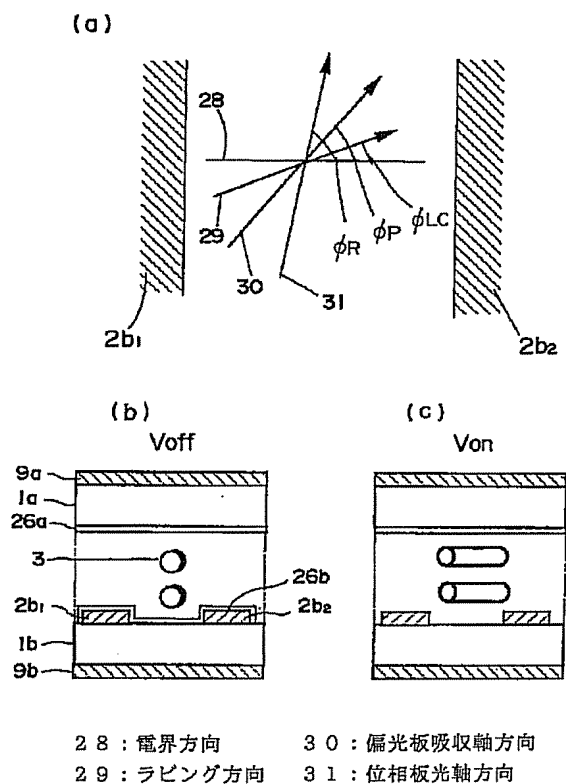
- 1 : 電極基板
2 : 電極
3 : 液晶分子
4 : スペース

【図6】



- 23 : 楕円偏光板 26 : 配向膜
24 : カラーフィルタ 27 : 遮光層
25 : 平坦化膜

【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 伊東 理
 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
 式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 内海 夕香
 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
 式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 上原 正男
 東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地
 株式会社日立製作所内

(72)発明者 石井 克彦
 千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス
 エンジニアリング株式会社内